

E-1 17855 (1)
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 494 912

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 24776**

(54) Dispositif photocoupleur de détection.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 01 L 31/12; G 01 P 3/40; G 11 B 19/24.

(22) Date de dépôt..... 21 novembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 21 du 28-5-1982.

(71) Déposant : R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC, résidant en France.

(72) Invention de : Joseph Le Gal et Jacques Thillays.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Michel Voidies, société civile SPID,
209, rue de l'Université, 75007 Paris.

"DISPOSITIF PHOTOCOUPLEUR DE DETECTION"

La présente invention concerne un dispositif optoélectronique de détection comportant un ensemble photocoupleur constitué d'un premier élément semiconducteur émetteur de lumière et d'un second élément également semiconducteur formant un récepteur photosensible, lesdits émetteur et récepteur étant disposés sur une même embase et couplés optiquement par un conduit de lumière, ledit récepteur étant destiné, en particulier, à capter un faisceau de rayonnements, dit faisceau de détection, engendré par l'émetteur et réfléchi par un objet à détecter.

On connaît de multiples combinaisons optoélectroniques composées d'un émetteur et d'un récepteur de lumière couplés optiquement. Ces combinaisons dites "photocoupleurs" utilisent le plus souvent comme émetteur une diode électroluminescente et comme récepteur une photodiode ou un phototransistor, lesdits émetteur et récepteur étant généralement semiconducteurs.

Bien qu'utilisé le plus souvent pour le transfert d'un signal électrique d'un premier circuit à un second totalement isolé du premier, un photocoupleur peut être utilisé également pour la détection de variations dudit flux lumineux, ces variations étant dues soit à des variations du signal électrique attaquant l'émetteur de lumière soit à une perturbation du faisceau des rayonnements entre l'émetteur et le récepteur provoquée par le passage d'un élément plus ou moins opaque ou plus ou moins réfléchissant.

Parmi les applications les plus connues dans ce dernier type, on peut noter la régulation de vitesse et la

-2-

commande d'arrêt de moteurs d'électrophones, de magnétophones et de lecteurs de cassette ou encore le contrôle d'une vitesse, la détection d'éléments atmosphériques nuisibles tels que fumées ou brouillards, ou enfin la lecture de cartes perforées.

Pour ce type d'applications en détecteurs, on a déjà utilisé des photocoupleurs dont l'émetteur et le récepteur de lumière sont placés en regard mais il est courant d'utiliser à l'heure actuelle des photocoupleurs dits coplanaires.

Ces photocoupleurs coplanaires sont constitués d'un émetteur et d'un récepteur de lumière placés sur la même embase et dont les diagrammes d'émission et de réception s'établissent suivant deux axes parallèles. Le faisceau lumineux émis par la source de rayonnements est capté ou détecté par le récepteur après réflexion sur la paroi de l'enveloppe du photocoupleur et/ou sur la surface d'une couche réfléchissante.

Le principe de fonctionnement de tels photocoupleurs est simple et il est appliqué sur tous les types de détecteurs actuellement connus.

En effet, les dispositifs détecteurs existants se composent d'une diode électroluminescente associée à un récepteur, les deux éléments étant totalement isolés optiquement en transmission lumineuse directe mais l'une des électrodes du premier pouvant être éventuellement reliée électriquement à l'une des électrodes du second, ce qui permet, dans ce cas, de réduire légèrement l'encombrement.

Lors du fonctionnement, la diode électroluminescente émet de manière constante des rayonnements : si ces rayonnements ne sont ni interceptés ni renvoyés sur le récepteur, celui-ci ne débite qu'un courant infime mais en présence d'un élément étranger, réfléchissant les rayonnements sur ledit récepteur, celui-ci délivre un photocourant dont l'amplitude dépend de la quantité de lumière émise par la source et de la quantité recueillie par lui.

De tels photocoupleurs utilisés comme détecteurs ne peuvent donc fonctionner correctement que dans la mesure où les

-3-

conditions dans lesquelles il est prévu de les employer ne subissent pas de variations, c'est-à-dire, par exemple, dans la mesure où les conditions atmosphériques, mécaniques ou thermiques auxquelles ils sont soumis ne viennent pas altérer
5 les performances de l'émetteur et/ou du récepteur de lumière.

Or ces photocoupleurs sont précisément utilisés dans des conditions souvent difficiles, notamment des conditions de température dues essentiellement à leur implantation sur des véhicules ou des machines industrielles ou encore dans des
10 appareillages électroniques complexes comportant une grande quantité de composants. Les résultats fournis par de tels photocoupleurs ne sont pas précis et ne sont donc pas exploitables dans la mesure où les valeurs relevées lors des mesures ne peuvent être comparées à des valeurs de référence
15 stables et sûres.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients.

En effet, la présente invention concerne un dispositif optoélectronique de détection comportant un ensemble photocoupleur constitué d'un premier élément semiconducteur émetteur de lumière et d'un second élément également semiconducteur formant un récepteur photosensible, lesdits émetteur et récepteur étant disposés sur une même embase et couplés optiquement par un conduit de lumière, ledit récepteur étant
25 destiné, en particulier, à capter un faisceau de rayonnements, dit faisceau de détection, engendré par l'émetteur et réfléchi par un objet à détecter, dispositif notamment remarquable en ce que l'émetteur de lumière et le récepteur photosensible sont associés électriquement en parallèle entre deux électrodes de contact et en ce que ledit conduit de lumière transmet, par réflexion, d'une manière continue, au récepteur, une
30 portion constante du flux lumineux fourni par l'émetteur, l'autre portion dudit flux traversant ledit conduit sans réflexion et constituant le faisceau de détection.

Des points de vue mécanique et électrique, le dispositif
35 selon l'invention présente un certain nombre d'avantages intéressants.

En premier lieu, le fait d'associer en parallèle l'émetteur et le récepteur permet, non seulement, de réduire à deux le nombre d'électrodes de contact mais permet également, d'une part, de diminuer ainsi l'encombrement du dispositif et, d'autre part, de faciliter les interconnexions avec les éléments extérieurs. C'est ainsi que, l'une des électrodes de contact étant raccordée à la masse, l'autre électrode sera reliée, d'une part, à l'alimentation de polarisation et, d'autre part, à l'appareillage de mise en forme et d'amplification du signal capté par le récepteur, cette dernière liaison étant effectuée à travers un condensateur approprié.

Par ailleurs, selon l'invention, lorsque le photorécepteur est sensibilisé, le courant I qui est pratiquement négligeable pendant sa période de repos, augmente d'une quantité notable dI . Simultanément, le courant dans l'émetteur diminue d'une même quantité dI , ce qui se traduit par une baisse de la tension dV égale au produit de ladite variation de courant dI par la valeur de la résistance dynamique dudit émetteur.

Si, pour émettre un flux lumineux plus important et pour augmenter la quantité de courant dI , on fait croître le courant dans l'émetteur, on constate que la variation de tension dV reste sensiblement constante, quelles que soient les conditions thermiques ou atmosphériques environnantes.

La portion du flux lumineux constamment renvoyée sur le récepteur permet de créer un courant ou une tension de référence qui sont seulement modifiés lors d'un apport supplémentaire de rayonnements provoqué par la réflexion du faisceau de détection sur un obstacle réfléchissant.

Ces diverses caractéristiques sont respectivement mises à profit soit pour réaliser des systèmes de régulation, notamment de régulation de vitesse de moteurs de magnétophones ou d'électrophones, soit pour réaliser des dispositifs de commande de moteurs ou des dispositifs de contrôle de leur vitesse soit encore pour élaborer des détecteurs de phénomènes à caractère relativement aléatoire.

-5-

Dans ces différents cas, le dispositif selon l'invention, placé en position de repos dans l'obscurité, est rendu actif par la réflexion des rayonnements créés par l'émetteur sur un secteur brillant d'un disque solidaire de l'arbre d'un
5 moteur à commander ou à contrôler, ou bien sur un obstacle clair ou au moins partiellement réfléchissant.

De préférence, le conduit de lumière est une pièce moulée enveloppant l'émetteur et le récepteur de lumière et obtenue à partir d'une matière plastique transparente, notamment d'une résine époxyde.
10

Dans une forme particulière et simplifiée de réalisation, le conduit de lumière est constitué d'un bloc parallélépipédique dont la face en regard des régions actives de l'émetteur et du récepteur réfléchit une partie des rayonnements
15 lumineux du premier vers le second.

Cependant, pour accroître la sensibilité du dispositif selon l'invention, le conduit de lumière comporte au moins un dioptré convergent situé en regard de l'un, au moins, des deux éléments de l'ensemble photocoupleur formé par l'émetteur et le récepteur et, de préférence, il en comporte un en regard de chacun des deux éléments dudit ensemble photocoupleur.
20

Avantageusement, chaque dioptré convergent a une forme semi-cylindrique.

25 Le but du dioptré convergent situé en regard de l'émetteur est de rendre le flux lumineux plus directif, donc d'augmenter l'efficacité du faisceau de détection, alors que le dioptré convergent situé en regard du récepteur est destiné à réduire la quantité de lumière renvoyée constamment sur le
30 récepteur en provenance de l'émetteur.

Généralement, l'émetteur de lumière est constitué d'au moins une diode électroluminescente créée à partir d'un composé comportant au moins un élément de la colonne III de la classification périodique des éléments et au moins un élément
35 de la colonne V, le spectre d'émission dudit composé se situant dans une gamme de longueurs d'onde variant de la lumière visible jusqu'au proche infra-rouge.

Le récepteur photosensible créé dans un cristal de silicium peut être constitué d'une photodiode ou encore d'un phototransistor ou, de préférence, d'un photodarlington.

Le plus souvent l'émetteur et le récepteur de lumière
5 sont situés dans un même plan, mais pour améliorer la directivité de l'émetteur, il est avantageux de fixer ledit émetteur au fond d'une cavité creusée dans l'embase portant l'émetteur et le récepteur.

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, fera bien comprendre comment l'invention peut être
10 réalisée.

La figure la représente une vue en perspective d'un dispositif selon l'invention dans une forme simplifiée de réalisation.

15 La figure lb est une vue de dessus du même dispositif dont la figure lc représente une coupe suivant la ligne III-III.

La figure ld montre le schéma électrique dudit dispositif dont les caractéristiques sont données par la figure le.

20 Les figures 2a à 2c illustrent les caractéristiques mécaniques et électriques d'un dispositif selon l'invention dans une autre forme de réalisation, une variante de cette dernière forme étant également représentée sur les figures 3a à 3c.

25 La figure 4 montre le schéma électrique d'une application du dispositif selon l'invention en détecteur tachymétrique.

Pour rendre le dessin plus clair, les figures 1a à 1c, 2a et 3a ont été schématisées et les dimensions en ont été considérablement exagérées et disproportionnées.

30 Conformément aux figures 1a à 1d, le dispositif selon l'invention est constitué essentiellement de deux cristaux semi-conducteurs, 1 et 2, soudés par l'une de leurs faces principales sur une embase plane 3 constituant la première électrode se terminant en forme de languette 3a. Cette face correspondant à une première région conductrice desdits cristaux
35 1 et 2, une seconde région de chacun d'entre eux est reliée à une seconde électrode commune 4 se terminant également en forme de languette 4a (fig. 1a, 1b).

La nature du matériau composant chacun des cristaux est choisie en fonction de l'utilisation envisagée : c'est ainsi que le cristal 1, avantageusement en GaAs, est donc l'émetteur de lumière du dispositif, le cristal 2, obtenu à partir
5 de silicium constituant alors le récepteur.

Conformément à l'invention, le conduit de lumière 5, en résine moulée transparente, permet de répartir les rayonnements émis dans deux directions F_1 et F_2 .

Les rayonnements F_1 provenant de l'émetteur 1 sont réfléchis par la face 5a du conduit de lumière 5 et viennent frapper le récepteur 2. Les rayonnements F_2 traversent ledit conduit de lumière sans être interceptés (fig. 1c) et constituent le faisceau de détection.

La résine transparente formant le conduit de lumière doit
15 à la fois adhérer correctement aux électrodes 3 et 4 pour garantir une bonne étanchéité de l'ensemble et présenter un indice de réfraction adapté. On utilise, le plus souvent, une résine cycloaliphatique avec durcisseur anhydride et accélérateur alcalin. Si l'émetteur de lumière est une source de
20 rayonnements infrarouges, on utilise une résine filtrante des rayonnements visibles.

La figure 1d représente schématiquement le fonctionnement du dispositif selon l'invention. Selon ce schéma, les languettes de connexion 3a et 4a sont raccordées respectivement
25 à des bornes 6 et 7. Sur la borne 6 sont branchés une résistance 8 en liaison avec une borne 9 d'une alimentation en tension et un condensateur 10 à travers lequel sont reçus et amplifiés les signaux électriques fournis par le récepteur 2.

La borne 7 est reliée directement à la masse commune de
30 l'appareillage dont fait partie le dispositif selon l'invention.

La figure 1e représente les caractéristiques électriques du dispositif dans un certain nombre d'états de fonctionnement du récepteur et pour une condition d'émission de lumière
35 correspondant à la courbe 11.

-8-

En l'absence de toute collecte de lumière, le courant $I = f(V)$ du récepteur 2 peut être défini par la courbe 12 représentant un courant dit d'obscurité. En réalité, le rayonnement continu fourni au récepteur 2 par l'émetteur 1 conformément à l'invention définit la courbe 13. Si un obstacle réfléchissant surgit au niveau du dispositif, un flux lumineux supplémentaire est envoyé sur le récepteur de telle sorte que la caractéristique $I = f(V)$ du dispositif se rapproche sensiblement de la courbe de saturation 14. Ce changement d'état correspond à une diminution de la tension et cette variation de ladite tension peut être détectée et amplifiée par des moyens appropriés à travers le condensateur 10 représenté sur la figure 1d.

L'obstacle réfléchissant peut être par exemple un secteur brillant d'un disque solidaire de l'arbre d'un moteur dont on veut mesurer la vitesse. Ce peut être également des phénomènes lumineux aléatoires que l'on désire détecter.

La figure 2a illustre une autre forme de réalisation du dispositif selon l'invention.

Selon cette forme de réalisation, ledit dispositif est constitué d'un émetteur de lumière 21 et d'un récepteur 22 soudés sur une électrode commune 23 et enrobés d'une matière transparente 24 formant conduit de lumière. La particularité de cette forme de réalisation réside dans le fait que ledit conduit de lumière comporte deux dioptrés convergents 24a et 24b disposés respectivement en regard de l'émetteur de lumière 21 et du récepteur 22.

Chacun de ces dioptrés a sensiblement la forme d'un demi-cylindre dont l'axe est situé à l'aplomb du centre de l'émetteur et du récepteur de lumière.

Le but de ces dioptrés 24a et 24b est de rendre plus directif le faisceau de rayonnements F_3 dirigés vers l'extérieur du dispositif pour former le faisceau de détection positif et plus fin le faisceau de rayonnements F_4 frappant le récepteur 22 de manière continue.

Pour améliorer la sensibilité du dispositif il est avantageux de remplacer la diode photosensible du récepteur 22

par un photodarlington (fig. 2b).

Pour un courant d'émission donné illustré par la courbe 25 (fig. 2c), le courant d'obscurité et le courant de saturation du récepteur sont représentés respectivement par les courbes 26 et 27 ; l'utilisation d'un récepteur photodarlington et de dioptrés convergents permet de rendre le faisceau F_4 plus fin et plus directif et, dans ces conditions, la courbe de courant de référence 28 définie par ledit faisceau de rayonnements est inférieure à celle décrite précédemment ce qui permet de rendre le dispositif selon l'invention plus sensible à l'apport de tout nouveau courant engendré par la réflexion du faisceau de détection sur un obstacle à détecter.

Les figures 3a et 3b concernent une amélioration à la forme de réalisation ci-dessus décrite. Dans ce cas, en effet, l'émetteur de lumière est constitué de deux diodes électroluminescentes 31 et 32 disposées en série, le récepteur de lumière étant formé d'un photodarlington 33.

Le conduit de lumière 34 comporte deux dioptrés convergents 34a et 34b en regard de l'émetteur et du récepteur de lumière. Pour améliorer la sélectivité du dispositif, les diodes 31 et 32 sont disposées dans une cavité 35a d'une électrode commune 35.

Ainsi, la quantité de lumière est considérablement augmentée par rapport au cas précédent comme le montre la courbe 36 de la figure 3c tandis que la courbe de courant de référence 37 du récepteur due à un faisceau de rayonnements F_6 tend à se rapprocher de la courbe de courant d'obscurité 38. Par contre, pour un même photodarlington, la courbe de courant de saturation 39 reste indentique à la courbe 27.

Les variations de courant dues à la réflexion du faisceau de détection F_5 sur un obstacle seront plus importantes et donc plus faciles à détecter.

La figure 4 représente le schéma électrique d'un dispositif selon l'invention utilisé en détecteur tachymétrique.

Dans ce cas, sur un disque 41 solidaire de l'arbre d'un moteur dont on veut connaître la vitesse de rotation, on a déposé une couche discontinue d'une matière réfléchissante

-10-

formant des secteurs brillants 42 séparés par des secteurs ternes 43.

En regard de ce disque 41 est placé le dispositif selon l'invention comportant un émetteur de lumière 44 et un récepteur 45 disposés en parallèle entre deux bornes 46 et 47 d'un générateur de courant constitué d'une alimentation en tension 48 et d'une résistance 49.

Lors du fonctionnement, l'émetteur de lumière 44 produit de manière constante un faisceau de rayonnements F_7 dirigés vers le disque 41 en train de tourner à la vitesse du moteur à contrôler.

Lorsque les rayonnements F_7 frappent un secteur brillant 42, ceux-ci sont réfléchis par le photorécepteur 45 qui se trouve alors activé. Le signal créé est recueilli à travers le condensateur 50 et le comptage des signaux obtenus pendant un temps donné permet de déterminer la vitesse de rotation du disque donc du moteur.

-11-

- REVENDECATIONS -

- 1.- Dispositif optoélectronique de détection comportant un ensemble photocoupleur constitué d'un premier élément semiconducteur émetteur de lumière (1, 21, 31, 32, 44) et d'un second élément également semiconducteur formant un ré-
5 cepteur photosensible (2, 22, 23, 45), lesdits émetteur et récepteur étant disposés sur une même embase (3, 23, 35) et couplés optiquement par un conduit de lumière (5, 24, 34), ledit récepteur étant au moins destiné à capter un faisceau de rayonnements (F_2, F_3, F_5, F_7), dit faisceau de détection,
10 engendré par l'émetteur et réfléchi par un objet à détecter, dispositif caractérisé en ce que l'émetteur de lumière (1, 21, 31, 32, 44) et le récepteur photosensible (2, 22, 33, 45) sont associés électriquement en parallèle entre deux élec-
15 trodes de contact (3a, 4a) et en ce que ledit conduit de lumière transmet par réflexion, d'une manière continue, au récepteur, une portion constante (F_1, F_4, F_6) du flux lumineux fourni par l'émetteur, l'autre portion (F_2, F_3, F_5, F_7) dudit flux traversant ledit conduit sans réflexion et constituant le faisceau de détection.
- 20 2.- Dispositif optoélectronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le conduit de lumière (5, 24, 34) couplant optiquement l'émetteur et le récepteur est une pièce moulée enveloppant ces derniers et obtenue à partir d'une matière plastique transparente.
- 25 3.- Dispositif optoélectronique selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le conduit de lumière (5) est constitué d'un bloc parallélépipédique dont une face en regard des régions actives de l'émetteur (1) et du récepteur (2) réfléchit une portion (F_1) des rayonnements lumineux
30 du premier vers le second.
- 4.- Dispositif optoélectronique selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le conduit de lumière (24, 34) comporte au moins un dioptré convergent situé en regard de l'un au moins des éléments constituant l'ensemble
35 photocoupleur formé par l'émetteur et le récepteur.

-12-

5.- Dispositif optoélectronique selon la revendication 4, caractérisé en ce que le conduit de lumière (24, 34) comporte un dioptré convergent (24a, 24b, 34a, 34b) en regard de chacun des deux éléments (21, 22, 31, 32, 33) dudit ensemble photocoupleur.

6.- Dispositif optoélectronique selon les revendications 4 et 5, caractérisé en ce que chaque dioptré convergent (24a, 24b, 34a, 34b) a une forme semi-cylindrique.

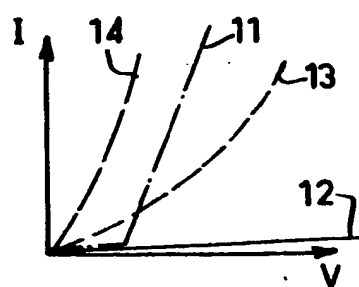
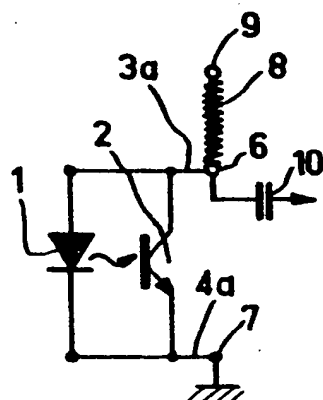
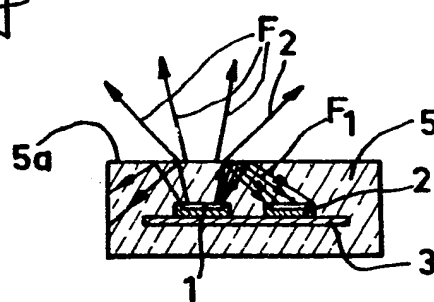
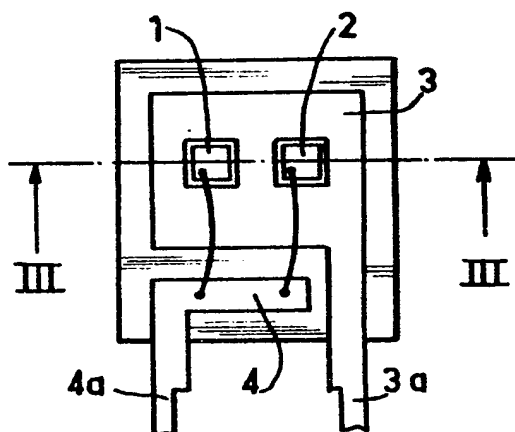
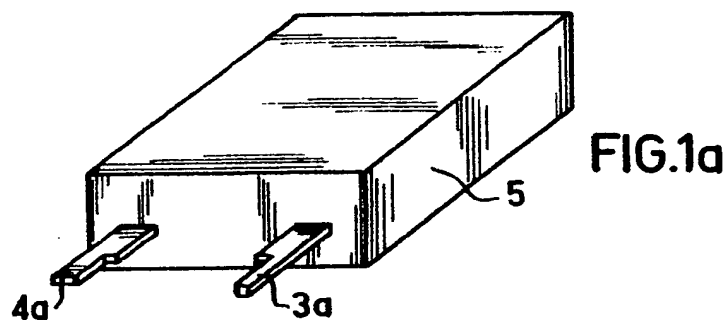
7.- Dispositif optoélectronique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'émetteur de lumière (1, 21, 31, 32, 44) est constitué d'au moins une diode électroluminescente créée à partir d'un composé comportant au moins un élément de la colonne III de la classification périodique des éléments et au moins un élément de la colonne V, le spectre d'émission dudit composé se situant dans une gamme de longueurs d'ondes variant de la lumière visible jusqu'au proche infra-rouge.

8.- Dispositif optoélectronique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'émetteur (1, 21) et le récepteur de lumière (2, 22) sont disposés dans un même plan de l'embase.

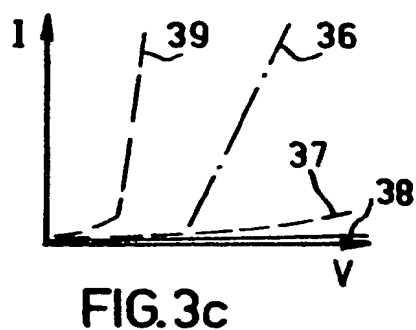
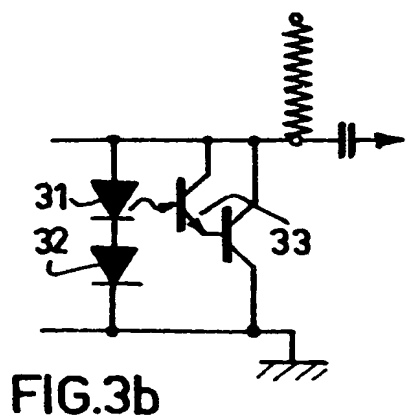
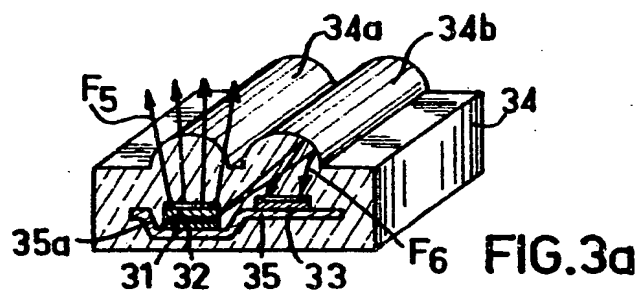
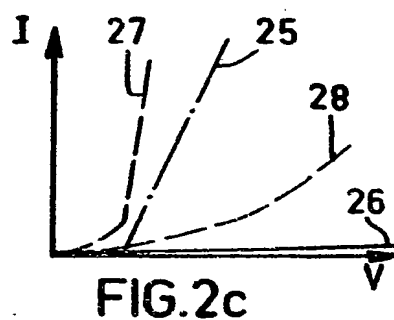
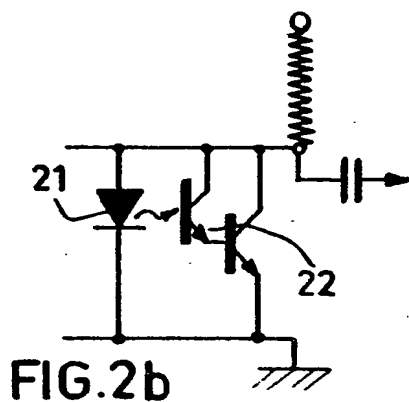
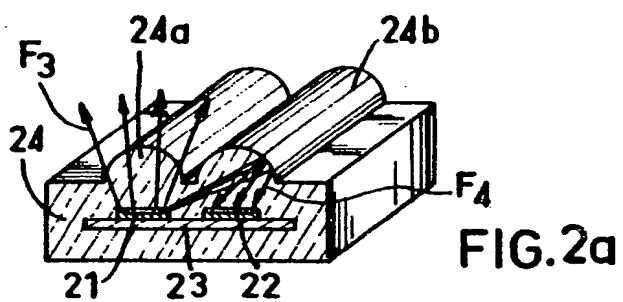
9.- Dispositif optoélectronique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'émetteur de lumière (31, 32) est disposé au fond d'une cavité (35a) creusée dans l'embase (35) portant le récepteur photosensible (33).

10.- Détecteur tachymétrique, caractérisé en ce qu'il est pourvu d'un dispositif optoélectronique conforme à l'une des revendications 1 à 9.

1/3



2/3



3/3

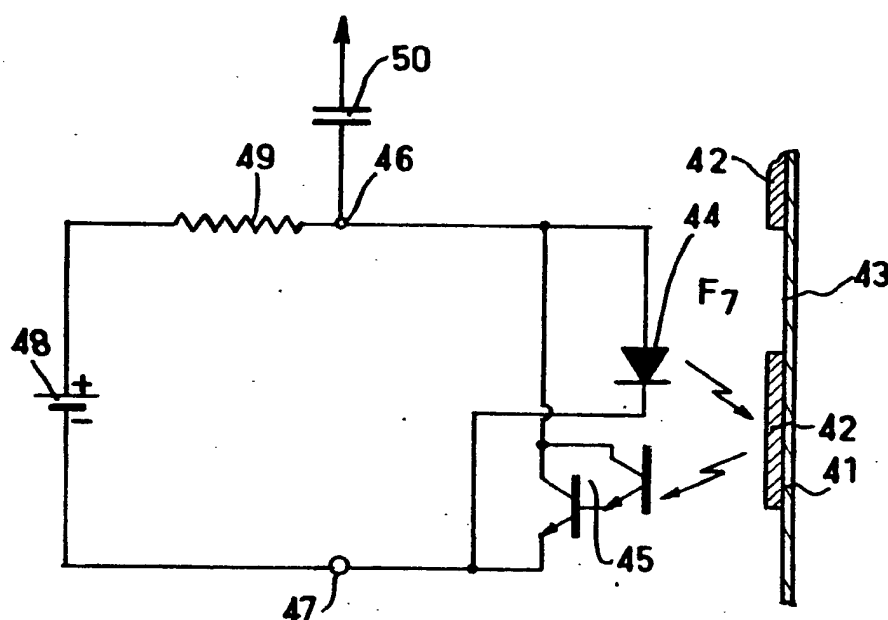


FIG. 4